

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3085205号
(P3085205)

(45)発行日 平成12年9月4日(2000.9.4)

(24)登録日 平成12年7月7日(2000.7.7)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 P 1/20
1/208
1/213
7/10

識別記号

F I
H 01 P 1/20
1/208
1/213
7/10

請求項の数12(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平8-228792
(22)出願日 平成8年8月29日(1996.8.29)
(65)公開番号 特開平10-75103
(43)公開日 平成10年3月17日(1998.3.17)
審査請求日 平成10年12月8日(1998.12.8)

(73)特許権者 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡市天神二丁目26番10号
(72)発明者 石川 容平
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
(72)発明者 日高 青路
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
(72)発明者 松井 則文
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
(72)発明者 伊勢 智之
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 TMモード誘電体共振器とこれを用いたTMモード誘電体フィルタ及びTMモード誘電体デュブ
レクサ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 円形の誘電体柱を導電性を有する遮蔽空洞内に配置したTMモード誘電体共振器において、前記誘電体柱の互いに対向する二つの面に電極が形成され、前記電極が形成された二つの面のうち一方の面が前記遮蔽空洞の内面に非接触となるように前記誘電体柱が配置され、TMモードで機能させたことを特徴とするTMモード誘電体共振器。

【請求項2】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極が接するように前記誘電体柱が複数個積層されたことを特徴とする請求項1記載のTMモード誘電体共振器。

【請求項3】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極が間隔をおいて対向するように前記誘電体柱が複数個積層されたことを特徴とする請求項1記載のTMモード誘電体共振器。

2

【請求項4】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極のうち少なくとも一方を薄膜導体と薄膜誘電体を交互に重ねた薄膜多層電極で構成したことを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3記載のTMモード誘電体共振器。

【請求項5】 請求項1、請求項2、請求項3、または請求項4記載のTMモード誘電体共振器を備え、このTMモード誘電体共振器と入出力手段とを結合させたことを特徴とするTMモード誘電体フィルタ。

【請求項6】 前記TMモード誘電体共振器と入出力手段の間に結合手段が配置されたことを特徴とする請求項5記載のTMモード誘電体フィルタ。

【請求項7】 前記TMモード誘電体共振器が複数配置され、このTMモード誘電体共振器間に結合手段が配置されたことを特徴とする請求項5または請求項6記載の

TMモード誘電体フィルタ。

【請求項8】 前記結合手段は誘電体シートの少なくとも一つの面に電極を形成した電極シートであることを特徴とする請求項6または請求項7記載のTMモード誘電体フィルタ。

【請求項9】 前記TMモード誘電体共振器が複数配置され、このTMモード誘電体共振器のうち入出力手段に結合される初段と最終段のTMモード誘電体共振器自体の共振周波数を残りの他のTMモード誘電体共振器の共振周波数よりも高くしたことを特徴とする請求項5、請求項6、請求項7または請求項8記載の誘電体フィルタ。

【請求項10】 請求項5、請求項6、請求項7、請求項8または請求項9記載のTMモード誘電体フィルタを複数組み合わせたTMモード誘電体デュプレクサであつて、第1の周波数帯域を有する第1のTMモード誘電体フィルタと、第2の周波数帯域を有する第2のTMモード誘電体フィルタと、を備え、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域を異なる周波数帯域にしたことを特徴とするTMモード誘電体デュプレクサ。

【請求項11】 前記第1のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状と、前記第2のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、前記第1の周波数帯域と前記第2の周波数帯域とを異ならせたことを特徴とする請求項10記載のTMモード誘電体デュプレクサ。

【請求項12】 前記第1のTMモード誘電体フィルタを送信フィルタとして用い、前記第2のTMモード誘電体フィルタを受信フィルタとして用いることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のTMモード誘電体デュプレクサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、TMモードの誘電体共振器と、それを用いたTMモード誘電体フィルタ及びTMモード誘電体デュプレクサに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、TMモード誘電体共振器を用いた誘電体フィルタとして、図13に示す構造のものが知られている。図13の誘電体共振器は短絡型TM₁₁₀モード誘電体共振器の誘電体柱を縦横直行する形で一体化して二重モードにした誘電体共振器であり、この構造によって通常のTMモード誘電体共振器一個分の大きさでTMモード誘電体共振器二個分の機能を有している。

【0003】 図13において、誘電体フィルタ101は四つのTM二重モード誘電体共振器102、103、104、105がその開口が同一方向に向くように一列に配置され、その開口を覆うように金属製のパネル106、107が取り付けられて構成されている。

【0004】 TM二重モード誘電体共振器102は、前後に開口を有するキャビティ102aと十字形状の誘電体柱102X Yとが同一の誘電体材料で一体的に形成され、キャビティ102aの前後の開口を除く外表面に導電体102bが形成されることによって構成されている。キャビティ102aは導電体102bが形成されて遮蔽空洞となっている。誘電体柱102X Yは誘電体柱横部102Xと誘電体柱縦部102Yとからなり、これによって、TM二重モード誘電体共振器102は一つで二段の共振器を構成している。また、TM二重モード誘電体共振器103、104、105はTM二重モード誘電体共振器102と同様に構成されている。

【0005】 パネル106には、入力ループ108及び出力ループ109が取り付けられている。入力ループ108及び出力ループ109は、図示しない同軸コネクタを介して外部回路に接続される。

【0006】 パネル107には隣接するTM二重モード誘電体共振器間を結合する結合ループ107a、107b、107c、107dが取り付けられている。

【0007】 このような誘電体フィルタに用いられる誘電体共振器では誘電体共振器の周波数はキャビティの大きさ及び誘電体柱の大きさによって規定されている。

【0008】 例えば、通常の誘電体柱が縦一文字のTM₁₁₀モード誘電体共振器の場合、誘電体柱の幅・厚み・高さ及びキャビティの高さをそのままにしてキャビティの幅方向寸法を大きくすると周波数は低くなる。また、キャビティの大きさをそのままにして誘電体柱の幅あるいは誘電体柱の厚みを大きくすると周波数は低くなるという関係になる。また、周波数をそのままにして誘電体共振器の無負荷Qを上げようすると、誘電体柱の高さを高くすることによって行う。

【0009】 この時、誘電体柱の高さを高くすると必然的にキャビティの高さも高くなる。TM₁₁₀モード誘電体共振器ではキャビティ表面の導電体上を実電流が流れると、キャビティが大きくなればなるほどキャビティ表面の導電体上での損失が生じる。但し、キャビティ表面の導電体上での損失に比べて誘電体柱を高くすることによる無負荷Qの上昇の方が大きいため、結果的に誘電体柱の高さを高くすればするほど無負荷Qは上昇する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このキャビティ表面の導電体上での損失を無くすことができれば、誘電体柱の高さをそれ程高くしなくとも無負荷Qを高くすることが可能となるため、キャビティ表面の導電体上で損失が生じないような誘電体共振器が必要とされていた。

【0011】 また、図13に示すTM二重モード誘電体共振器の場合、誘電体柱縦部及び誘電体柱横部の大きさを所定の周波数に合わせるとキャビティの大きさも決定されてしまうため、誘電体共振器の無負荷Qを上げよう

とすると、必然的にキャビティの幅方向及び高さ方向の両方の大きさが大きくなり、結果的に誘電体フィルタの大きさも大きくなっていた。また、誘電体柱の大きさをそのままにしてキャビティを大きくすると周波数が低くなるため、キャビティを大きくするにともなって、誘電体柱の幅又は厚みを小さくする必要があった。このように、従来の TM 二重モード誘電体共振器の場合、無負荷 Q と周波数をそれぞれ個別に変化させることが困難であった。

【0012】したがって、本発明はキャビティ表面の導電体上での損失を無くし、無負荷 Q と周波数とをそれぞれ個別に変化させることができる誘電体共振器を提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は無負荷 Q が向上し低背化を図った誘電体フィルタ及び誘電体デュプレクサを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項 1 に係る発明では、円形の誘電体柱を導電性を有する遮蔽空洞内に配置した TM モード誘電体共振器において、前記誘電体柱の互いに対向する二つの面に電極が形成され、前記電極が形成された二つの面のうち一方の面が前記遮蔽空洞の内面に非接触となるように前記誘電体柱が配置され、TM₀₁₀ モードで機能させている。

【0015】この構造により、従来の TM モード誘電体共振器のキャビティに相当する遮蔽空洞にはほとんど実電流が流れない。

【0016】また、請求項 2 に係る発明では、電極が形成された二つの面のうち少なくとももの面が間隔を置いて互いに対向するように誘電体柱が複数個積層されている。

【0017】これにより、請求項 1 に係る発明と比較してさらに無負荷 Q が向上する。

【0018】さらに、請求項 3 に係る発明では、電極が形成された二つの面のうち少なくとも一方の面が間隔を置いて互いに対向するように誘電体柱が複数個積層されている。

【0019】これにより、多段の共振器として利用することができる。

【0020】請求項 4 に係る発明では、薄膜導体と薄膜誘電体を交互に積層した薄膜多層電極を用いている。

【0021】これにより、請求項 1 に係る発明と比較すると、誘電体柱の上下に形成された電極における損失が低減できるため、さらに無負荷 Q が向上する。

【0022】

【0023】

【0024】請求項 5 に係る発明では、上記のような TM モード誘電体共振器と入出力手段とを外部結合させている。

【0025】これにより、無負荷 Q が高い誘電体フィル

タが得られる。

【0026】請求項 6 に係る発明では、TM モード誘電体共振器と入出力手段の間に結合手段が配置されている。

【0027】これにより、結合手段そのものを取り替える、付加または削除する等の加工を施して、TM モード誘電体共振器と入出力手段の結合の大きさを容易に調整することができる。

【0028】請求項 7 に係る発明では、複数の TM モード誘電体共振器の間に結合手段が配置されている。

【0029】これにより、結合手段そのものを取り替える、付加または削除する等の加工を施して、TM モード誘電体共振器同士の結合の大きさを容易に調整することができる。

【0030】請求項 8 に係る発明では、結合手段として誘電体シートの少なくとも一つの面に電極を形成した電極シートを用いている。

【0031】これにより、誘電体の誘電率、電極シートの大きさを適度に選択して所望の結合の大きさを容易に得ることができる。

【0032】請求項 9 に係る発明では、初段及び最終段の TM モード誘電体共振器単体の共振周波数を高くしているので、誘電体フィルタを構成した際に各 TM モード誘電体共振器の共振周波数を同一にすることができる。

【0033】請求項 10 に係る発明では、上記のような TM モード誘電体フィルタを複数組み合わせ、第 1 の周波数帯域を有する第 1 の TM モード誘電体フィルタと、第 2 の周波数帯域を有する第 2 の TM モード誘電体フィルタとを備え、第 1 の周波数帯域と第 2 の周波数帯域を異なる周波数帯域にしている。

【0034】これにより、無負荷 Q が高い誘電体デュプレクサが得られる。

【0035】請求項 11 に係る発明によれば、第 1 の TM モード誘電体フィルタを構成する TM モード誘電体共振器の形状と、第 2 の TM モード誘電体フィルタを構成する TM モード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、第 1 の周波数帯域と第 2 の周波数帯域とを異ならせている。

【0036】これにより、同一形状の TM モード誘電体共振器を用いた場合に比べて、周波数帯域をずらすための回路を付加する必要がなくなる。

【0037】請求項 12 に係る発明によれば、第 1 の TM モード誘電体フィルタを送信フィルタとして用い、前記第 2 の TM モード誘電体フィルタを受信フィルタとして用いている。

【0038】これにより、無負荷 Q の高い送受信機用の TM モード誘電体デュプレクサが得られる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第 1 の実施の形態に係る誘電体フィルタを図 1 を用いて説明する。図 1

(A) は一部破碎斜視図であり、図1 (B) は図1 (A) におけるA-A線断面図である。

【0040】図1に示すように、誘電体フィルタ1は金属製の遮蔽空洞5内に誘電体柱2が配置されて構成されている。

【0041】誘電体柱2は、円柱形状に形成した誘電体であり、その対向する二つの面に電極3、4が形成されている。また、誘電体柱2は、電極4が遮蔽空洞5の内側底面に接するように配置されており、遮蔽空洞5と半田付け等で電気的に接続固定されている。誘電体柱2の電極3は、遮蔽空洞5の内側天井面とは接しておらず、一定の間隔をおいて対向している。このような構造にして高周波信号を入力すると誘電体柱2内では電極3、4の間に電界が生じ、誘電体柱2の円周に沿って磁界が生じる。その結果、誘電体柱2内に電磁界が集中して閉じ込められて、TM₀₀モードに近似の電磁界分布となる。この時、誘電体柱2は一段の誘電体共振器として機能する。

【0042】また、遮蔽空洞5の側壁には外部入出力用の同軸コネクタ6、6が取り付けられ、同軸コネクタ6、6の中心電極は例えばワイヤーで電極シート7、7に電気的に接続されている。

【0043】電極シート7、7はシート状の樹脂等からなる絶縁体上面に電極膜を形成したものであり、絶縁体下面には電極膜は形成されていない。また、電極シート7、7は誘電体柱2の上面に形成された電極3上に配置され、電極膜が形成されていない下面を電極3に接するように貼り付けられている。

【0044】以上のように構成される誘電体フィルタ1は以下のように機能する。まず、一方の同軸コネクタ6に高周波信号が入力されると、一方の同軸コネクタ6の中心電極に接続された一方の電極シート7の上面の電極膜と誘電体柱2の電極3との間に存在する絶縁体で容量が発生する。この容量を介して一方の同軸コネクタ6の中心電極は誘電体柱2に結合する。この結合によって誘電体柱2が共振し、他方の電極シート7の容量を介して、他方の電極シート7の上面の電極膜に接続された他方の同軸コネクタ6から出力される。

【0045】このような構成にすることによって、従来の短絡型TM₁₁₀モード誘電体共振器の誘電体フィルタに比べて同じ周波数であればはるかに低背化することができる。また、本実施の形態の誘電体フィルタは、従来の短絡型TM₁₁₀モード誘電体共振器の誘電体フィルタと同様に、共振周波数が高さ方向に垂直な面における断面積によって決定され、無負荷Qが誘電体柱の高さによって決定される。しかしながら、本実施の形態では従来のキャビティに相当する遮蔽空洞の側面に実電流がほとんど流れないと、この部分での無負荷Qの劣化が生じない。したがって、所望の無負荷Qを得るために、誘電体柱の高さをそれ程高くする必要がないため、誘電体柱

イルタ全体の高さもそれ程高くはならない。

【0046】なお、本実施の形態では、円柱状の誘電体柱を用いて説明しているがこれに限るものではなく、誘電体のブロックに図1の二つの電極3、4に相当する電極が形成されていればどのような形状であってもよい。

【0047】しかしながら、それら柱形状の中でも特に本実施形態のように誘電体柱2aを円柱形状にすれば、電極を形成した面において、円中心から円端である円周までが等距離となる。他の多角柱形状では、電極を形成

した面において多角形中心から角部までの距離と多角形中心からその他の円端部までの距離が異なるため、電位差が生じ、多角形の円端部で多角形状に沿って電流が流れれる。この電流によって電極での損失が生じる。これに對して、円柱形状では電極を形成した面において円中心から縁端が等距離なので、この電位差による電流はほとんど流れず、したがって、これによる損失を大きく低減することができる。また、円柱形状にすると以上のような効果があるため、この電極縁端での損失が大きく問題となる超電導体を電極3及び電極4に用いることができる。この超電導体を電極3及び電極4に用いることによって、さらに無負荷Qの高い誘電体共振器や誘電体フィルタを得ることができる。

【0048】次に本発明の第2の実施の形態を図2を用いて説明する。図2 (A) は一部破碎斜視図であり、図2 (B) は図2 (A) のB-B線断面図である。なお、第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0049】図2に示すように、誘電体フィルタ1は金属製の遮蔽空洞5内に誘電体柱12a、12bが配置されて構成されている。

【0050】誘電体柱12aはその対向する二つの面に電極13a、14aが形成されており、誘電体柱12bはその対向する二つの面に電極13b、14bが形成されている。また、誘電体柱12aの電極13aは遮蔽空洞5の内側天井面に半田付け等で接続固定され、誘電体柱12bの電極14bは遮蔽空洞5の内側底面に半田付け等で接続固定されている。そして、誘電体柱12aの電極14aと誘電体柱12bの電極13bとが電気的に接続されている。

【0051】また、電極シート7、7は第1の実施の形態と同様の構成であり、電極膜の無い面が誘電体柱12a、12bと接するように誘電体柱12aと12bとの接続部分に貼り付けられている。上下誘電体柱の電磁界分布のつりあいを考えた場合、電極シート7、7は誘電体柱12aと12bとの接続部分に貼り付けるのが好ましいが、他の部分に貼り付けても良い。

【0052】電極シート7、7の電極膜のある面には遮蔽空洞5の側面に取り付けられた同軸コネクタ6、6の中心電極は例えばワイヤーでそれぞれ電気的に接続されている。なお、電極シート7、7を用いずに、同軸コネ

クタ6, 6の中心電極を直接、電極13b, 14aに接続しても良い。この場合、外部結合が最も強くなるため広帯域の誘電体フィルタを構成することができる。

【0053】以上のように構成される誘電体フィルタ11は1段の誘電体フィルタとして機能し、同じ高さの第1の実施の形態の誘電体フィルタに比べてより無負荷Qを向上させることができる。

【0054】また、本実施形態の変形例として図3に示すものが考えられる。図3(A)は一部破碎斜視図であり、図3(B)は図3(A)のC-C線断面図である。なお、第1の実施形態や図2の形態と同様の部分については詳細な説明は省略する。

【0055】図3に示すように、図1の誘電体柱2や図2の誘電体柱12a, 12bと同じ構成の誘電体柱22a, 22bを遮蔽空洞5の中に配置する。そして、新たな誘電体柱22cを誘電体柱22a, 22bの間に配置して誘電体フィルタ21を構成することができる。この場合、誘電体柱22aと誘電体柱22cで一段の誘電体共振器が構成され、誘電体柱22bと誘電体柱22cで一段の誘電体共振器が構成される。したがって、図3の誘電体フィルタ21の積層された誘電体柱22a～22cが二重モード誘電体共振器として機能するため二段の共振器を有する誘電体フィルタとして用いることができる。このような構造にさらに誘電体柱を重ねていきn個の誘電体柱を積層すると、n-1段の誘電体共振器を有する誘電体フィルタ構成することができる。

【0056】このような図3に示す構成のTM二重モード誘電体共振器は、従来の短絡型TM二重モード誘電体共振器に比べて同じ周波数で比較すると、本実施の形態の二重モード誘電体共振器では誘電体柱の厚みをそれ程大きくする必要がないため、より低背化することができる。

【0057】なお、本実施の形態においても、第1の実施形態と同様に誘電体ブロックの形状は円柱形状に限らず、他の多角形状に形成してもよいが、第1の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、図2、図3に示された誘電体フィルタの複数の誘電体柱の形状を異ならせるようにしてもよい。

【0058】次に、第3の実施の形態について図4を用いて説明する。図4(A)は一部破碎斜視図、図4(B)は図4(A)におけるD-D線断面図である。なお、第1、第2の実施の形態と同様部分については、詳細な説明は省略する。

【0059】図4に示すように、誘電体フィルタ31は、誘電体柱32aの電極34aと誘電体柱32bの電極33bとを間隔をおいて配置することにより電気的に絶縁した構造の誘電体フィルタである。誘電体柱32aと誘電体柱32bはそれぞれ独立の共振器として機能するので、誘電体フィルタ31は二段の共振器から構成されることになる。

【0060】また、誘電体柱32aの電極34aと誘電体柱32bの電極33bとの間には、ほぼ中央部に結合調整穴39aを有する結合調整用板39が配置されている。この結合調整穴39aの大きさによって誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合の大きさを調整しており、結合調整穴39aの大きさが大きくなればなるほど誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合は大きくなり、結合調整穴39aの大きさが小さくなればなるほど誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合は小さくなる。

【0061】なお、本実施形態においても第1、第2の実施形態と同様に誘電体柱の形状は円柱形状に限らないが、第1の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、2つの誘電体柱に互いに異なる形状の誘電体柱を用いてもよい。

【0062】次に、第4の実施の形態について図5及び図6を用いて説明する。図5(A)は斜視図であり、図5(B)は図5(A)におけるE-E線断面図である。

10 20 30 40 50

【0063】図5に示すように、誘電体フィルタ41は、四つの円柱形状の誘電体柱42a～42dを有しており、それぞれの誘電体柱42a～42dの互いに対向する二つの主面には電極43aと電極44a、電極43bと電極44b、電極43cと電極44c、電極43dと電極44dがそれぞれ形成されている。

【0064】誘電体柱42a～42dの構成は、上記第1～第3の実施形態の誘電体柱と同じ構成であるため詳細な説明はここでは省略する。

【0065】遮蔽空洞45は誘電体柱42a～42dと同じ熱膨張率を有する誘電体材料からなり、その外表面には電極45aが形成されることによって金属製の遮蔽空洞と同じ遮蔽機能を得ている。この遮蔽空洞45は誘電体柱と同じ熱膨張率を有しているため、金属と誘電体の熱膨張率の相違による問題が解消できる。また、遮蔽空洞45は上下に分割されており、その内側には誘電体柱42a～42dを収納する凹部が形成されている。さらに、遮蔽空洞45の実装面にあたる底面からそれに垂直な側面の一つに渡って、外表面に形成された電極45aと電気的に分離された入出力電極46, 46が形成されている。

【0066】一方の入出力電極46は電極シート7を介して誘電体柱42bと結合している。また、誘電体柱42bは一定間隔をおいて配置された誘電体柱42aに結

合している。次に、誘電体柱 4 2 a は電極シート 7 を介して隣に配置された誘電体柱 4 2 c に結合している。さらに、誘電体柱 4 2 c は一定間隔をおいて配置された誘電体柱 4 2 d に結合している。そして、誘電体柱 4 2 d は電極シート 7 a を介して他方の入出力電極 4 6 に結合している。

【0067】また、誘電体柱 4 2 a と誘電体柱 4 2 b の間及び誘電体柱 4 2 c と誘電体柱 4 2 d の間には、これらが一定の間隔を有するように低誘電率の誘電体材料からなる支持部材 4 8 が配置されている。支持部材 4 8 には、誘電体柱 4 2 b の間及び誘電体柱 4 2 c と誘電体柱 4 2 d の間の結合を調整する結合調整穴 4 9 a を有する金属製の結合調整板 4 9 が埋め込まれて一体化している。

【0068】このような構成にすることによって薄型で表面実装が可能な誘電体フィルタを得ることができる。

【0069】この時、誘電体柱 4 2 a～4 2 d の固有の共振周波数は異なっていてもよい。すなわち、入出力電極 4 6、4 6 にそれぞれ結合している初段の誘電体共振器を構成する誘電体柱 4 2 b と最終段の誘電体共振器を構成する誘電体柱 4 2 d は電極の形成されていない円周側面の一部が削り取られ、残りの他の誘電体柱 4 2 a、4 2 c と比べて誘電体共振器単体での共振周波数がより高くなるように調整されている。これは、入出力手段と初段及び最終段の誘電体共振器が容量結合した際には、この容量によって初段及び最終段の誘電体共振器単体での見かけ上の共振周波数が低くなつて誘電体フィルタを構成した際にフィルタ特性が得られなくなることがあるからである。すなわち、この現象を防ぐためにあらかじめ初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くして、誘電体フィルタを構成したときにすべての誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようにしている。

【0070】また、このように初段および最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くするための構造として図 7 に示すような変形例が考えられる。図 7 は、図 5 (B) で説明した誘電体フィルタと同一部分で誘電体フィルタ 4 1 a を切断した断面を表す断面図である。

【0071】すなわち、図 7 に示すように、図 5 の初段および最終段の誘電体共振器を構成する誘電体柱 4 2 a 及び誘電体柱 4 2 c の代わりに、これらよりも直径の小さい誘電体柱 4 2 e を初段に配置し、この誘電体柱 4 2 e と同じ直径の誘電体柱 4 2 f を最終段に配置することによって、あらかじめ初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くすることができる。

【0072】なお、本実施の形態においても、第 1～第 3 の実施形態と同様に誘電体柱の形状は円柱形状に限らないが、第 1 の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、複数の誘電体柱のうち少なくとも 1 つの誘電体柱の形状を異ならせるようにしてもよ

い。さらに、本実施例では第 1～第 3 の実施形態とは異なり、入出力手段を同軸コネクタではなく表面実装用の入出力電極によって構成したが、第 1～第 3 の実施形態と同様の構成で同軸コネクタを用いてもよい。もちろん、第 1～第 3 の実施形態で説明した誘電体フィルタの同軸コネクタの代わりに本実施形態の表面実装用の入出力電極構造を用いてもよい。

【0073】次に第 5 の実施形態について図 8、図 9 を用いて説明する。図 8 は一部破碎斜視図であり、図 9 は分解斜視図である。なお、第 1～第 4 の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0074】図 8 に示すように、誘電体デュプレクサ 5 1 は第 1 の周波数帯域を有する第 1 の誘電体フィルタ 5 1 a と第 2 の周波数帯域を有する第 2 の誘電体フィルタ 5 1 b から構成されている。

【0075】第 1 の誘電体フィルタ 5 1 a は、図 9 に示す誘電体柱 5 2 a～5 2 d から構成されている。この誘電体フィルタ 5 1 a では、同軸コネクタ 5 6 a が電極シート 7 を介して誘電体柱 5 2 b に結合し、誘電体柱 5 2 b は誘電体柱 5 2 a に結合し、誘電体柱 5 2 a は電極シート 7 を介して誘電体柱 5 2 c に結合し、誘電体柱 5 2 c は誘電体柱 5 2 d に結合し、誘電体柱 5 2 d は電極シート 7、マッチング用のコイル L 1 及びコンデンサ C 1 を介して同軸コネクタ 5 6 b に結合している。この構成によって図 8 に示すような四段の誘電体共振器を持つ誘電体フィルタ 5 1 a を構成している。

【0076】第 2 の誘電体フィルタ 5 1 b は図 9 に示す誘電体柱 5 2 e～5 2 h から構成されている。この誘電体フィルタ 5 1 b では、同軸コネクタ 5 6 b がマッチング用のコンデンサ C 1 及びコイル L 1、電極シート 7 を介して誘電体柱 5 2 f に結合し、誘電体柱 5 2 f は誘電体柱 5 2 e に結合し、誘電体柱 5 2 e は電極シート 7 を介して誘電体柱 5 2 g に結合し、誘電体柱 5 2 g は誘電体柱 5 2 h に結合し、誘電体柱 5 2 h は電極シート 7 を介して同軸コネクタ 5 6 c に結合している。この構成によって図 8 に示すような四段の誘電体共振器を持つ誘電体フィルタ 5 1 b を構成している。

【0077】図 9 に示すように遮蔽空洞 5 5 は上下に分割され、誘電体柱 5 2 a～5 2 h を収納するための凹部が形成されている。

【0078】誘電体柱 5 2 a～5 2 h は遮蔽空洞 5 5 の凹部にリング状のアース板 6 0 を介してそれぞれ電気的に接続されている。

【0079】図 9 に示すように誘電体柱 5 2 a、5 2 c、5 2 e、5 2 g と誘電体柱 5 2 b、5 2 d、5 2 f、5 2 h の間には、それぞれの誘電体柱を支持する支持部材 5 8 及び上下の支持部材 5 8 間に挟まれて支持される結合調整板 5 9 が配置されている。

【0080】支持部材 5 8 は、低誘電率の材料からなる三つのパーツから形成されており、三点で一つの誘電体

柱を支持するように構成されている。また支持部材 5 8 に形成された切り欠き 5 8 a は電極シート 7 を誘電体柱との間で挟んで固定するためのものである。

【0081】結合調整板 5 9 には結合調整穴 5 9 a が形成されており、この結合調整穴 5 9 a の径の大きさ・形状によって誘電体柱 5 2 a と誘電体柱 5 2 b の間、誘電体柱 5 2 c と誘電体柱 5 2 d の、誘電体柱 5 2 e と誘電体柱 5 2 f 、誘電体柱 5 2 g と誘電体柱 5 2 h との間の結合が調整される。

【0082】以上のような構成にすることによって、低損失かつ低背化された八段の誘電体共振器からなる誘電体デュプレクサ 5 1 を得ることができる。

【0083】また、図 7 で示した第 4 の実施形態の変形例のように、誘電体デュプレクサ 5 1 の誘電体フィルタ 5 1 a 及び誘電体フィルタ 5 2 b の初段と最終段の誘電体柱の径を小さくしてもよい。

【0084】図 10 は、各誘電体フィルタの初段と最終段の誘電体柱の径を小さくした誘電体デュプレクサ 6 1 を示す断面図である。なお、同軸コネクタ等の構造は図 8 及び図 9 に示した誘電体デュプレクサ 5 1 と同様の構造であるため説明は省略する。

【0085】図 10 に示すように、各誘電体フィルタの初段及び最終段に相当する 6 2 b 、 6 2 d 、 6 2 f 、 6 2 h の径の大きさを残りの誘電体柱 6 2 a 、 6 2 c 、 6 2 e 、 6 2 g の径の大きさよりも小さくしている。

【0086】また、これを支持する支持部材 6 8 a やアース板 6 0 a の形状も誘電体柱 6 2 b 、 6 2 d 、 6 2 f 、 6 2 h の大きさに合わせて変形されている。

【0087】これにより、初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くして、誘電体デュプレクサを構成した時に、第 1 の誘電体フィルタにおける誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようになるとともに、第 2 の誘電体フィルタにおける誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようしている。もちろん、第 1 の誘電体フィルタを構成する誘電体共振器と第 2 の誘電体フィルタを構成する誘電体共振器とは、見かけ上の共振周波数が異なるように設定されている。

【0088】また、第 1 の誘電体フィルタと第 2 の誘電体フィルタで周波数帯域を異ならせる構造として、図 1 1 に示す構造のものが考えられる。なお、同軸コネクタ等の構造は図 8 及び図 9 に示した誘電体デュプレクサ 5 1 と同様の構成であるため説明は省略する。

【0089】図 1 1 に示すように、第 1 の誘電体フィルタを構成する誘電体柱 7 2 a ～ 7 2 d の径の大きさを第 2 の誘電体フィルタを構成する誘電体柱 7 2 e ～ 7 2 h の径の大きさよりも小さくすることによって第 1 の誘電体フィルタと第 2 の誘電体フィルタとで誘電体柱の径の形状を異ならせている。これにより、第 1 の誘電体フィルタと第 2 の誘電体フィルタの周波数帯域を異ならせて

いる。なお、本変形例では誘電体柱の径の大きさを異ならせたがこれに限るものではなく、誘電体柱の形状を直方体と円柱にするなど、さまざまな変形が考えられる。また形状を変えずに、コンデンサやインダクタ等のリアクタンス素子を付加することによって第 1 の誘電体フィルタと第 2 の誘電体フィルタとの周波数帯域を異ならせてもよいし、誘電体柱を削ることによって第 1 の誘電体フィルタと第 2 の誘電体フィルタとの周波数帯域を異ならせてもよい。

【0090】図 8 ～ 図 11 に示したような本実施の形態の誘電体デュプレクサは、第 1 の誘電体フィルタの第 1 の周波数帯域を受信フィルタの受信周波数帯域として用い、第 2 の周波数帯域を送信フィルタの送信周波数帯域として用いれば、送受信器のアンテナ共用器として使用することができる。また、第 1 の誘電体フィルタ及び第 2 の誘電体フィルタを 2 つの送信フィルタとして、もしくは 2 つの受信フィルタとして用いてもよい。

【0091】次に第 6 の実施形態について図 1 2 を用いて説明する。本実施形態は、図 1 に示した誘電体フィルタ 1 とほぼ同じ構成であり、同一の部分には同一の符号を付けて詳細な説明は省略する。

【0092】図 1 2 に示す誘電体フィルタ 8 1 は、図 1 の誘電体フィルタ 1 とは誘電体柱に形成された電極の構成で異なっている。すなわち、図 1 の誘電体フィルタ 1 では誘電体柱 2 の電極 3 及び電極 4 は単層の導体から構成されているが、図 1 2 の誘電体フィルタ 8 1 では誘電体柱 8 2 の電極 8 3 及び電極 8 4 は薄膜導体と薄膜誘電体を交互に積層した薄膜多層電極から構成されている。このような薄膜多層電極は特願平 6-310900 号等

30 が提出されているが、単層の導体に比べて挿入損失が少ないので、共振器に用いた場合、無負荷 Q が高い共振器を得ることができる。

【0093】なお、本実施の形態では図 1 の誘電体フィルタに薄膜多層電極を用いた例を説明したが、第 2 ～ 第 4 の実施形態の誘電体フィルタや第 5 の実施形態の誘電体デュプレクサにも、もちろん適用することが可能であり、より無負荷 Q が高い誘電体フィルタや誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0094】40 【発明の効果】本願発明によれば、誘電体柱を収納する遮蔽空洞にはほとんど実電流が流れないため、遮蔽空洞における損失をほぼ無くすことができ、その結果、無負荷 Q の高い誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0095】特に請求項 2 に係る発明によれば、電磁界分布の生じる空間に誘電体を配置したので、さらに無負荷 Q の高い誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0096】また、請求項 3 に係る発明では、高さ方向に間隔を置いて配置して多段の共振器を構成しているの

で、底面積を小さくすることができる。

【0097】請求項4に係る発明では、薄膜多層電極を用いているので、さらに無負荷Qの高くした誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0098】請求項5に係る発明では、誘電体柱を円柱形状にして電極面での円中心から縁端部までの距離を等距離にしたため、縁端部において電位差が生じず電流が流れないので、電極における損失をさらに低減し、無負荷Qの高い誘電体共振器が得られる。

【0099】さらに、請求項9に係る発明では、結合手段として誘電体シートの一方の面に電極を形成した電極シートを用いているので、誘電体の誘電率、電極シートの大きさを適度に選択して所望の結合の大きさを容易に得ることができる。

【0100】請求項10に係る発明では、初段及び最終段のTMモード誘電体共振器単体の共振周波数を高くしているので、誘電体フィルタを構成した際に各TMモード誘電体共振器の共振周波数を同一にすることができる。

【0101】請求項11に係る発明では、上記のようなTMモード誘電体フィルタを複数組み合わせ、第1の周波数帯域を有する第1のTMモード誘電体フィルタと、第2の周波数帯域を有する第2のTMモード誘電体フィルタとを備え、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域を異なる周波数帯域にしているので、無負荷Qが高い誘電体デュプレクサが得られる。

【0102】請求項12に係る発明によれば、第1のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状と、第2のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域とを異ならせているので、同一形状のTMモード誘電体共振器を用いた場合に比べて、周波数帯域をずらすための回路を付加する必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破碎斜視図であり、*

* (B)は(A)におけるA-A線断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破碎斜視図であり、(B)は(A)におけるB-B線断面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る誘電体フィルタの変形例を示す図である。(A)は一部破碎斜視図であり、(B)は(A)におけるC-C線断面図である。

【図4】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破碎斜視図であり、(B)は(A)におけるD-D線断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は斜視図であり、(B)は(A)におけるE-E線断面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図であり、図5における誘電体フィルタを上下に分割してその中を見た平面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタの変形例を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサを示す一部破碎斜視図である。

【図9】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサを示す図であり、図8の誘電体デュプレクサの分解斜視図である。

【図10】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサの変形例を示す断面図である。

【図11】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサの他の変形例を示す断面図である。

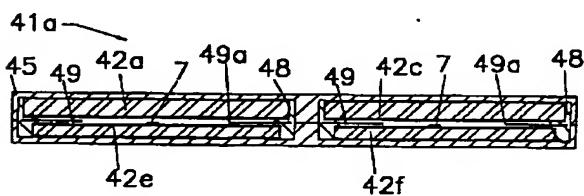
【図12】本発明の第5の実施形態に係る誘電体フィルタを示す断面図である。

【図13】従来のTMモード誘電体フィルタを示す分解斜視図である。

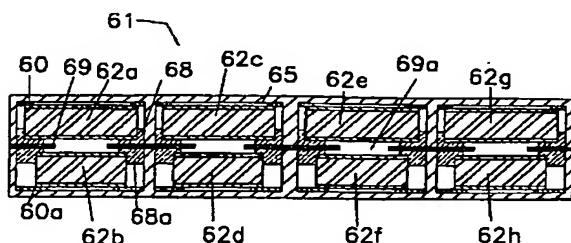
【符号の説明】

1	誘電体フィルタ
2	誘電体柱
3, 4	電極
5	遮蔽空洞
6	同軸コネクタ
7	電極シート

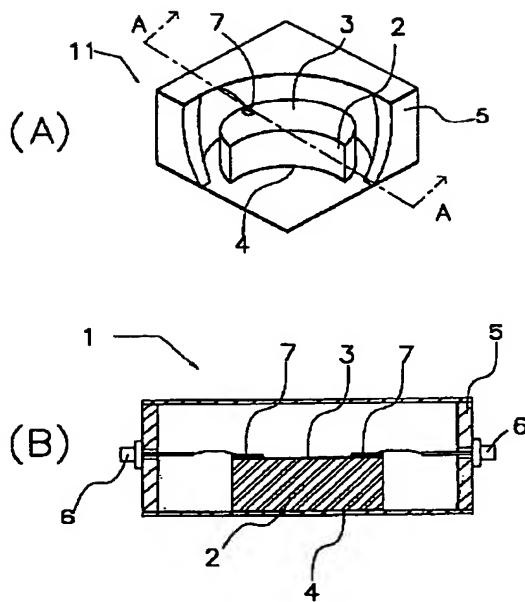
【図7】



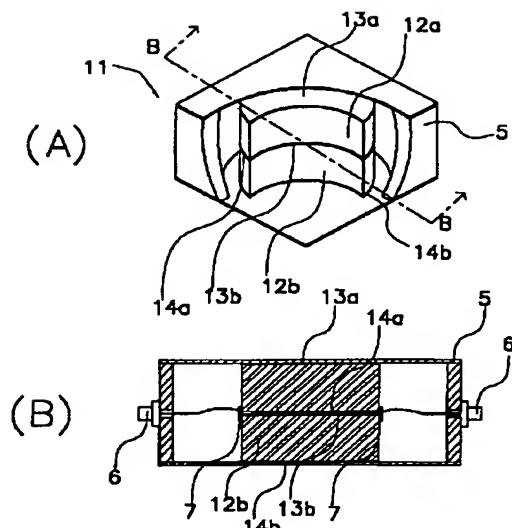
【図10】



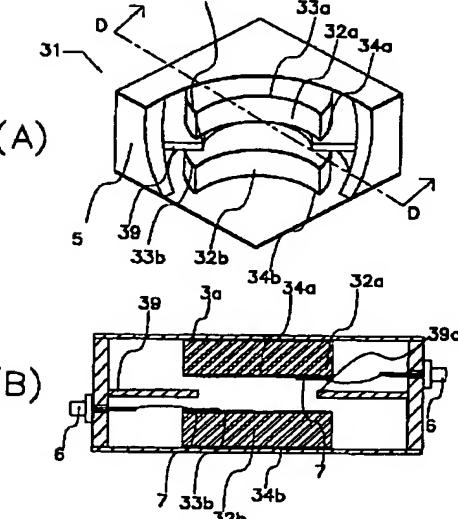
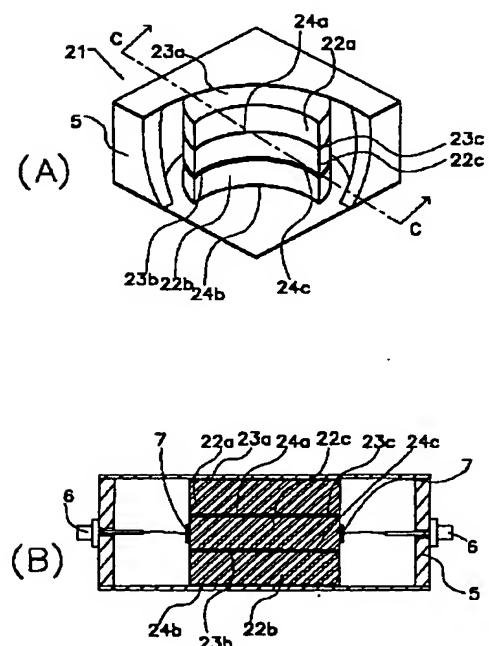
【図1】



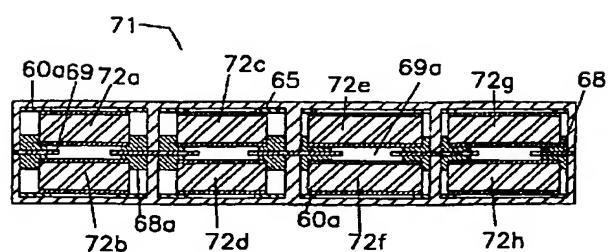
【図2】



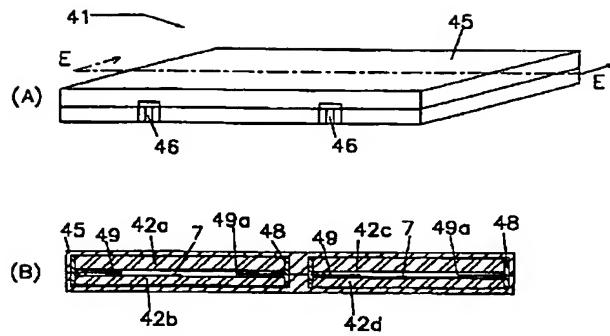
【図3】



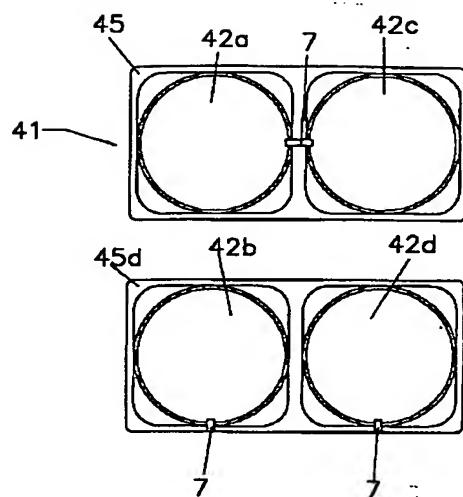
【図11】



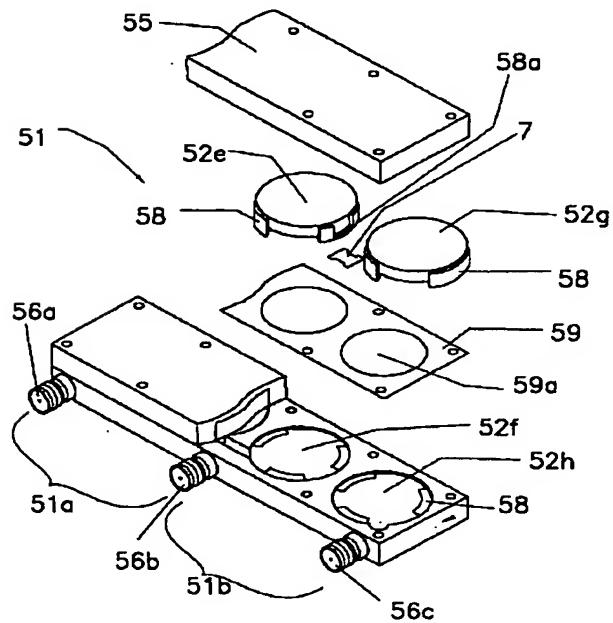
【図5】



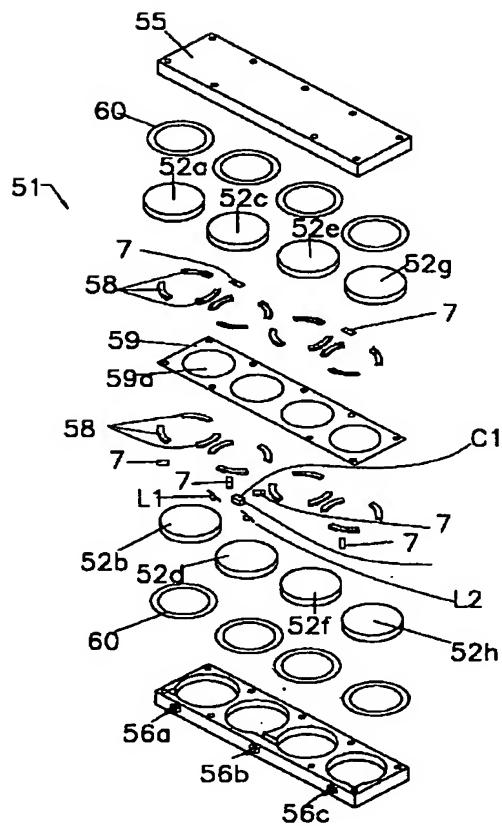
【図6】



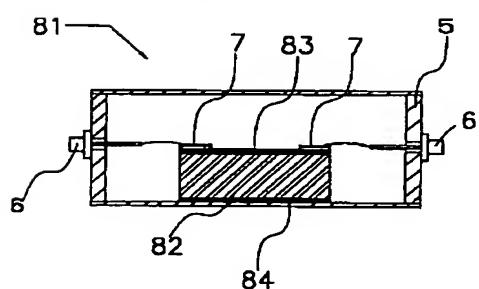
【図8】



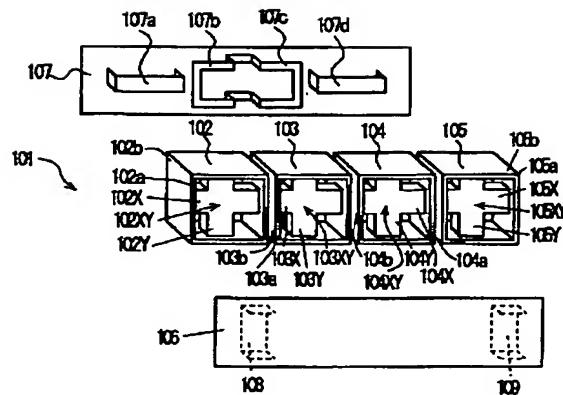
【図9】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 和彦

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(56)参考文献 特開 平8-250914 (J P, A)

特開 平9-116314 (J P, A)

特開 昭63-266903 (J P, A)

特開 平2-52502 (J P, A)

実公 平5-43521 (J P, Y 2)

審査官 富澤 哲生

(58)調査した分野(Int.Cl. ⁷, D B名)

H01P 1/20 - 1/219

H01P 7/00 - 7/10